

Process and appts. for spinning semipermeable hollow fibres of cellulose

Patent number: DE19511151
Publication date: 1996-10-02
Inventor: MALL MONIKA DIPL ING (DE); SCHNABEL RAINER
PROF DR ING (DE); STEINFORTH ALFRED (DE)
Applicant: STEINFORTH ALFRED (DE)
Classification:
- International: D01D5/24; D01D5/06; D01D4/00; D02J13/00;
D01D10/02; B01D69/08; B01D71/10; D01F1/08;
D01F2/04; A61M1/18
- european: B01D67/00F14; B01D69/08; B01D71/10; D01D5/24;
D01F2/04
Application number: DE19951011151 19950327
Priority number(s): DE19951011151 19950327

Report a data error here

Abstract of DE19511151

Process and appts. are claimed for the prodn. of semi-permeable hollow fibres from regenerated copper/ammonia cellulose by extrusion of a cellulose-cuoxam soln. through ring nozzles of an appts. of hollow fibre spinning nozzles into a free space following the appts., and then into an aq. sodium lye where they are stretched and worked up conventionally. The hollow fibre spinning nozzles in the appts. are circular or in series and/or parallel. The hollow fibres are firstly stretched in the free space by their own wt. They are then stretched in a spinning funnel (which is in a pptn. bath). An extension stream is produced in the conical spinning funnel by the pressure difference between the funnel inlet and the funnel outlet. The hollow fibre mass is then subjected to redirection, opt. further stretched mechanically, passed through further post-treatment paths, stretch dried and rolled.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 11 151 A 1**

⑳ Aktenzeichen: 195 11 151.6
㉑ Anmeldetag: 27. 3. 95
㉒ Offenlegungstag: 2. 10. 96

㉓ Int. Cl.⁸:
D 01 D 5/24
D 01 D 5/06
D 01 D 4/00
D 02 J 13/00
D 01 D 10/02
B 01 D 69/08
B 01 D 71/10
// D01F 1/08,2/04,
A61M 1/18

DE 195 11 151 A 1

㉔ Anmelder:
Steinforth, Alfred, 27619 Schiffdorf, DE

㉕ Erfinder:
Mall, Monika, Dipl.-Ing., 06231 Bad Dürrenberg, DE;
Schnabel, Rainer, Prof. Dr.-Ing.habil., 06122 Halle,
DE; Steinforth, Alfred, 27619 Schiffdorf, DE

㉖ Verfahren und Vorrichtung zum multifilen Spinnen semipermeabler Hohlfäden aus Cellulose

㉗ Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren und eine Vorrichtung zum multifilen Spinnen von Hohlfasern aus regenerierter Kupfer-Ammoniak-Cellulose nach dem Cuoxam-Verfahren durch Extrusion der Cellulose-Cuoxam-Lösung durch eine multifile Düse, die ein Hohlfaserbündel erzeugt, wobei jede Hohlfaser aus Mantel- und Lumenfluid besteht, die in einem Spinntrichter gedehnt wird und/oder durch die mechanischen Kräfte eines fluiden Mediums von der Düsenunterplatte abgezogen wird, durch weitere mechanische Abzugsvorrichtungen verstreckt, durch Mikrowellenteknik, kombiniert mit Konvektionstrockner(n) getrocknet und danach aufgewickelt wird. Die mit dem Verfahren und der Vorrichtung herstellbaren Hohlfasern werden vorzugsweise für medizinische Anwendungen, wie Hämodialyse, Hämofiltration und Hämodiafiltration eingesetzt.

DE 195 11 151 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum multifilen Spinnen von semipermeablen Hohlfasern aus Cellulose, die aus Cuoxamlösungen regeneriert wurde und die vorzugsweise als Dialysemembranen eingesetzt werden.

Aus Patent DE 7 36 321 ist bekannt, daß Hohlfasern für textile Zwecke aus regenerierter Kupfer-Ammoniak-Cellulose in beliebiger Feinheit unter Verwendung von zwei nicht homogen miteinander gemischten Spinnlösungen hergestellt werden können, die aus einem Kern und einer Mantelschicht bestehen, wobei in der fertigen Faser nicht mehr beide Schichten nebeneinander vorhanden sein müssen.

Vorteile von Cuoxam-Cellulose-Regenerat-Hohlfasern sind ausgezeichnete Trenneigenschaften, wie hohe Trennaktivität bei medizinischen Anwendungen bei der Hämodialyse, Hämofiltration und Hämodiafiltration. Hervorgehoben werden eine hohe Wasserdurchlässigkeit, eine hohe Dialyseleistung für niedermolekulare Stoffe, wie Harnstoffe, eine geringe Durchlässigkeit für höhermolekulare Stoffe, z. B. Hämoglobin und Vitamin B 12.

Nachteilig ist bekannterweise eine unzureichende Hämokompatibilität die sich z. B. in den Problemen der Komplementaktivierung des Blutes und der Leukopenie äußert. Mit dem Ziel der Herstellung von Hohlfasern aus regenerierter Kupfer-Ammoniak-Cellulose und den Verfahren zur ihrer Herstellung befassen sich relevante Patentschriften (DE 23 28 853, DE 27 05 735, DE 28 23 985, DE 38 14 320, EP 012 6994, EP 013 5593, EP 017 5948, EP 035 1773). Daneben existieren Monografien, in denen die Grundlagen zur Herstellung von Hohlfasern für Dialysemembranen offengelegt werden. So beschreibt Ruck, H. in "Das Papier" 1986; 40 (3); 93—102 erstmals ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Spinnen von Cuprophan-Hohlfasern. Eine funktionsfähige, zum multifilen Spinnen geeignete Düse konnte daraus bisher nicht gefertigt bzw. betrieben werden. Weitere Übersichtsarbeiten betreffen Clinical Dialysis, Second Edition Appleton & Lange, Norwalk, Connecticut und Klare, Hermann: Die Geschichte der Chemiefaserentwicklung vom Akademie-Verlag Berlin. Die bisher bekannten Verfahren gehen davon aus, daß die zur Herstellung des Hohlfadens im Bereich minimalster Hohlraum-, Faserdicken- und Außendurchmessermaße notwendigen Vorrichtungen insbesondere auf Grund von Problemen bei der mechanischen Fertigung dieser Vorrichtungen und der Einhaltung notwendiger Toleranzen und durch Schwierigkeiten beim Betreiben der Vorrichtungen (Verschmutzungen, Reinigungsprozeduren) mit wesentlich größeren Abmaßen gefertigt werden. Damit ergeben sich für die Erzielung heute üblicher wirksamer Austauschflächen in medizinischen Anwendungen, wie z. B. Dialysatoren mit 1 bis 1,5 m² Fläche, Außendurchmesser der Hohlkapillaren im Bereich von 100 bis 400 µm, Wandstärken von 10 bis 40 µm (DE 23 28 853), Hohlräume für die Blutströmung von ca. 200 µm und Lückendurchgänge in der Größenordnung von 200 Å Verfahrensschritte einer notwendigen Verstreckung des in der Düse hergestellten Zweikomponentenfluidsystems, bestehend aus dem Mantelfluid und dem Lumenfüller. So erfolgt in DE 23 28 853 die Verstreckung des Hohlfadens, bestehend aus Mantelfluid und Lumenfüller, durch Schwerkraftwirkung in einem gasförmigen Bereich. Dabei wird darauf verwiesen, daß eine spätere Streckung des Fadens, z. B. durch das Koa-

gulationsbad vermieden werden sollte. In anderen Verfahren, DE 29 06 576 und DE-OS 28 56 123, erfolgt die Verstreckung durch einen mechanischen Abzug, der über die Strecke entweder über einen kurzen Freiraum nach dem Austritt des gefüllten Hohlfadens aus der Vorrichtung und im Fällbad oder bei in das Fällbad eintauchender Vorrichtung im Fällbad wirkt. Eine Vielzahl von Patenten zu Hohlfasern aus regenerierter Kupfer-Ammoniak-Cellulose betreffen die stoffliche Modifizierung der Hohlfasern, speziell den Aufbau der Hohlfasermembranen selbst, durch eine gezielte Behandlung der Ausgangsrezeptur des Mantelfluids, durch eine gezielte Zusammensetzung des ersten Fällfluids oder durch eine spezielle Rezepturgestaltung des Lumenfüllers (DE-OS 28 23 985, DE 23 28 853 und EP 0 351 773). Weitere Patente betreffen die geometrische Gestaltung der Hohlfasermembran selbst (DE 23 28 853, DE-OS 28 42 836 und DE-OS 28 42 957). So wird in den Patentschriften DE 28 48 601 und EP 0 575 653 neben der kreisförmigen Gestaltung der Hohlfasern bevorzugt eine nichtkreisförmige mit dem Ziel angestrebt, die Festigkeit der einzelnen Hohlfasern zu erhöhen. Die für eine spezielle Geometrie der Hohlfasern notwendigen Vorrichtungen sind in allen Fällen Einzeldüsen, bestehend aus einem Ringspalt und einer weiteren Öffnung im Inneren. So ist auch nach US-PS 4164 437 die Anwendung einer Düse für mehrschichtige Membranen bekannt.

Verfahren und Vorrichtungen zum multifilen Spinnen von Hohlfasern aus regenerierter Kupfer-Ammoniak-Cellulose sind aus der DE 7 36 321 und aus der Veröffentlichung von Ruck, H. "Das Papier" 1986, 40 (3) 93—102 bekannt.

Bekannt ist auch, daß sich die in beiden Quellen angegebenen Verfahren und Vorrichtungen für die Herstellung von Hohlfasern für Dialyse Zwecke nicht bzw. wenig eignen, nicht vorgesehen, beziehungsweise in ihrer Wirtschaftlichkeit eingeschränkt sind.

Alle bisherigen Veröffentlichungen weisen den Mangel auf, daß die sowohl für die Bildung und Verstreckung des Hohlfadens aus den vorgeschlagenen Einzeldüsen angewendeten Mantelfluidе, als auch die Lumenfüller entweder eine unzureichende Verspinnbarkeit oder eine ungenügende Strukturviskosität aufweisen oder diese Eigenschaften nur zum Teil vorhanden sind und die verfahrensgemäßen Prozeßgestaltungen ungenügend auf diese rheologischen Eigenschaften abgestimmt sind.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zum multifilen Spinnen von semipermeablen Hohlfasern aus regenerierter Cellulose für Hohlfasermembranen z. B. für medizinische Anwendungen zu entwickeln.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß in einem solchen Verfahren Hohlfaserspinn Düsen in einer Vorrichtung kreisförmig oder in Reihe und/oder parallel angeordnet sind und die Hohlfasern nach dem Austritt aus den Einzeldüsen in einem Freiraum durch das Eigengewicht erstmals verstreckt werden, in einem nachfolgenden Spinntrichter, der sich in einem Fällbad bekannter Art befindet, durch eine wirkende Abzugskraft dadurch einstellbar verstreckt werden, daß eine Dehnströmung in dem konisch ausgeführten Spinntrichter durch eine wirkende Druckdifferenz zwischen Spinntrichtereinlauf und Spinntrichterauslauf erzeugt wird, daß das Hohlfaserbündel danach eine Umlenkung erfährt, gegebenenfalls durch mechanische Abzugsvorrichtungen weiter verstreckt wird, weitere Nachbe-

handlungsbäder durchläuft, danach durch eine Trocknungsstrecke geführt und aufgewickelt wird. Eine andere erfindungsmäßige Ausführung dieses multifilen Spinnprozesses besteht darin, daß die beschriebene Hohlfaser nach Verlassen der multifilen Düse durch eine motorisch angetriebene Walze abgezogen und dabei gegebenenfalls erstmals verstreckt wird.

Das Schema dieses Verfahrens zum multifilen Spinnen ist in Fig. 1 dargestellt. Eine Ausführung geht davon aus, daß das Mantelfluid 1 und der Lumenfüller 2 einer im Winkel von 180° drehbar gelagerten Vorrichtung 3 gemäß Fig. 1 und 2 zugeführt werden, in der die Hohlfaserspinnndüsen 3a mit den in ihnen angeordneten kapillarförmigen Innenrohren 3b jeweils einen Ringspalt 3c bilden, kreisförmig angeordnet sind, ihre Anzahl drei bis fünfzig beträgt, daß die aus den Einzeldüsen austretenden Strahlen, die zweischichtig aufgebaut sind und die späteren Hohlfasern 4 bilden, gemäß Fig. 1, bestehend aus dem Mantelfluid 1 und dem Lumenfüller 2, der durch das Mantelfluid 1 umhüllt wird, in einen Freiraum 5 fallen und danach in das Fällbad 6 eintreten. Der Abstand zwischen Düsenaustrittsniveau und dem Fällbad 6 beträgt 0,5 mm bis 50 mm. In dem Freiraum 5 befinden sich entweder Luft oder ein inertes, mit dem Mantelfluid 1 nicht reagierendes Gas. Der Spinntrichter 7 ist in dieser Anwendung des Verfahrens als Konus mit einem Winkel zwischen 20° und 90°, vorzugsweise von 30° ausgebildet. Im unteren Teil des Fällbades 6 ist eine Absaugung 8 für das Fällfluid 9 angebracht. Über eine Förderpumpe 10 wird das Fällfluid 9 von der Absaugung 8 dem oberen Teil des Fällbades 6 wieder zugeführt. Eine andere Anwendung des Verfahrens geht davon aus, daß die Vorrichtung 3 zum multifilen Spinnen aus in Reihe oder in Reihe und parallel angeordneten Hohlfaserspinnndüsen besteht, und eine Anzahl von 2 bis 100 aufweist. Der Spinntrichter 7 ist in dieser Anwendung des Verfahrens als konische Breitschlitzdüse ausgeführt.

Bisher war man der Ansicht, daß eine Dehnung des Hohlfadens, bestehend aus Mantelfluid 1 und Lumenfüller 2, entweder nur kurz nach dem Düsenaustritt, wenn die Hohlfasern 4 nach dem Verlassen der Düse in einen Gasraum, oder bei eintauchender Düse in das Fällbad 6 gelangen, nur in geringem Maße erfolgen sollte, da eine Beeinflussung der Geometrie und Trenneigenschaften der späteren Hohlfaser festgestellt wurde oder vermutet wird. Andererseits wird die Ansicht vertreten, daß aus einer Hohlfaserspinnndüse vergleichsweise großer geometrischer Abmessungen durch große Dehnungen, wie beim Faserspinnen, die erforderlichen Hohlfasergeometrien erreicht werden können. Auch ist die Ansicht bekannt, daß bei einer geringen Verstreckung kurz nach Verlassen der Düse, bzw. im Fällbad 6 eine weitere Verstreckung zweckmäßiger Weise beim Durchgang durch die Nachbehandlungsbäder 11 erfolgen sollte.

Das Verfahren zum multifilen Spinnen geht davon aus, daß die Kenntnisse über die rheologischen Eigenschaften des Mantelfluids 1 und des Lumenfüllers 2 dahingehend genutzt werden können, daß ihre viskoelastischen Eigenschaften und dabei speziell die Dehneigenschaften für die Gestaltung der Verstreckung im Gesamtverfahren getrennt und in ihrer gegenseitigen Wechselwirkung beeinflußt werden können, und die Verstreckung einstellbar, sowohl unmittelbar nach Verlassen der Einzeldüsen im gasgefüllten Freiraum 5 und/oder im ersten Fällbad 6, als auch in den Nachbehandlungsbädern 11 erfolgen kann.

Gleichfalls ist es nach dem Verfahren möglich, durch

die Gestaltung des Spinntrichterauslaufs als Diffusor eine Stauchung der Fasern des Faserbündels zu erreichen.

Verfahrensgemäß werden dem Fällfluid 9 zur Erhöhung der Reibungskräfte zwischen den Hohlfasern des Hohlfaserbündels 12, bestehend aus dem Mantelfluid 1 und dem Lumenfüller 2, viskositätserhöhende Additive, die physiologisch unbedenklich für den Einsatz der Hohlfasern sind, zugesetzt. Bevorzugt werden wasserlösliche Hochpolymere mit hohen Molekulargewichten, wie Polyacrylamide, Carboxymethylcellulose und Polysachcharide verwendet. Auch ist der Einsatz von Glycerin möglich. Dadurch wird eine verfahrensgemäß einstellbare Dehnung der Hohlfasern im Fällbad 6 möglich.

Mit der Vorrichtung, im einen Falle dem Spinntrichter 7 in konischer Ausführung oder im anderen Falle als konische Breitschlitzdüse und der einstellbaren Druckdifferenz zwischen Eintrittsniveau am Spinntrichter 7 und dem Niveau in dem Fällbad 6 wird die Dehnung in Verbindung mit der erhöhten Viskosität des Fällfluids 9 erreicht. Verfahrensgemäß wird als Lumenfüller 2 Wasser mit viskositätserhöhenden physiologisch unbedenklichen Additiven in Bezug auf den Einsatz der Hohlfasern für Hämodialyse, Hämofiltration und Hämodiafiltration verwendet. Dabei wird die Tensidwirkung der Additive auch zur Verbesserung der Strömungsverhältnisse nach dem Austritt aus der Düse genutzt. Verfahrensgemäß erfolgt beim Durchgang des Hohlfaserbündels 12 durch das Fällbad 6 und die Nachbehandlungsbäder 11 nach Fig. 1 eine einstellbare Verstreckung durch die Wahl der Geschwindigkeiten der Führungs- bzw. Rollensysteme 13 oder des motorisch angetriebene mechanischen Abzugs. Auch ist die Möglichkeit gegeben, im Fällbad 6 eine Strecke anzuordnen, in der die Hohlfasern gestaucht werden und damit ihr Schrumpfen möglich ist.

Das Hohlfaserbündel 12 durchläuft die Nachbehandlungsbäder 11 und die Trocknungsstrecke 14 und wird danach mit Vorrichtungen 15 bekannter Art aufgewickelt. Verfahrensgemäß ist in der Trocknungsstrecke 14 eine Vorrichtung der Mikrowellentechnik, z. B. ein Mikrowellenofen 16 zur schnellen gleichmäßigen Trocknung der Hohlfasermembranen vorgesehen, der mit Konvektionstrocknungsabschnitten 17 ergänzt werden kann.

Dem Fällbad 6 werden durch einen Reinigungskreislauf, bestehend aus einer unterhalb des Fällbades 6 installierten Filter/Adsorber-Einrichtung 18 und einer Pumpe 19, kontinuierlich Kupferionen entzogen, um die Zusammensetzung des Fällfluids 9 konstant zu halten.

Das Mantelfluid 1 umströmt gemäß Fig. 2 nach Verlassen des Verteilerkanals 1a das kapillarförmige Innenrohr 3b tangential und wird gemäß der Darstellung in Fig. 3 zuvor durch ein oder mehrere Filter/Siebe 1a, z. B. in Form von einer oder mehreren Filterkerzen, geleitet, die entweder in die Zuführungsleitung 1b für das Mantelfluid 1, die sich zwischen dem Dosieraggregat 1c und der Vorrichtung 3 zum multifilen Spinnen befinden oder in die Vorrichtung 3 zum multifilen Spinnen integriert sind.

Beispiel

Einer im Winkel von 180° drehbar gelagerten Vorrichtung, in der 4 Hohlfaserspinnndüsen mit einem Außendurchmesser von 0,97 mm und einem Ringspalt von 0,08 mm, angeordnet sind, werden mit Zahnradpumpen, die eine Leistung von 1,2 cm³/U und 0,4 cm³/U aufweisen, je Hohlfaserspinnndüse 0,67 cm³/min. Mantelfluid

und 0,1 cm³/min. Lumenfluid zugeführt, wobei das Mantelfluid nach dem Filtervorgang einen Cellulosegehalt von 10,1%, einen Kupfergehalt von 4,01% und Ammoniakgehalt von 10,2% aufweist und als Lumenfüller Isopropylmyristat verwendet wird. Die Düsenaustrittsöffnungen befinden sich im Abstand von 6 mm oberhalb der Fällbadoberfläche. Das Fällbad, dem zur Viskositätserrhöhung 0,23% Polyacrylamid zugesetzt wurde, besteht aus 9,6%-iger Natronlauge. Nach Verlassen der Düse treten die Hohlfasern mit Düsenaustrittsgeschwindigkeiten zwischen 8 und 10 m/min. in einen luftgefüllten Freiraum ein und werden über einen Spinntrichter in ein Fällbad weitergeleitet. Hierbei verringern sich die Außendurchmesser der Hohlfasern sowohl durch das im Freiraum wirkende Eigengewicht der Hohlfasern, als auch durch die Strömungsverhältnisse im Spinntrichter, wobei die mittleren Auslaufgeschwindigkeiten des Fällfluids im Trichter zwischen 35 m/min.—60 m/min. durch den Druckunterschied zwischen Ein- und Auslauf des Spinntrichters bzw. im Fällbad 7 eingestellt worden sind. Die Fasern weisen im initialfeuchten Zustand folgende einstellbare Geometrien auf:

Außendurchmesser 200—260 µm
Wandstärke 8—50 µm.

Aus dem Fällbad werden die Fasern über mechanische Abzugsvorrichtungen nach Zwischenwäsche den zur Entfernung des Kupfers üblichen Nachbehandlungsbädern in Schwefelsäure unterzogen und abschließend zur Entfernung der Schwefelsäure gewässert.

Das Verhältnis zwischen Düsenaustrittsgeschwindigkeit und Abzugsgeschwindigkeit wurde zur Einhaltung der geforderten Fadengeometrie zwischen 1 : 4,5 bis 1 : 6,5 gewählt.

Nach der Trocknung der Hohlfasern mittels Mikrowellentechnik in Kombination mit Konvektionstrocknung erfolgte die Aufwicklung. Die so erhaltenen Hohlfäden haben Membrandicken von 8—12 µm, die Innendurchmesser liegen bei 200 µm.

Patentansprüche

1. Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung von semipermeablen Hohlfasern aus regenerierter KupferAmmoniak-Cellulose durch Extrusion einer Cellulose-Cuoxam-Lösung durch Ringspaltdüsen einer Vorrichtung von Hohlfaserspinndüsen in einen Freiraum nach der Vorrichtung und danach in wäßrige Natronlauge mit einer Verstreckung darin und üblichen Nachbehandlungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfaserspinndüsen in der Vorrichtung kreisförmig oder in Reihe und/oder parallel angeordnet sind und die Hohlfasern in dem Freiraum durch das Eigengewicht erstmals verstreckt werden und eine im nachfolgenden Spinntrichter, der sich in einem Fällbad befindet, wirkende Abzugskraft das Hohlfaserbündel dadurch einstellbar verstreckt wird, daß eine Dehnströmung im konisch ausgeführten Spinntrichter durch eine wirkende Druckdifferenz zwischen Trichtereinlauf und Trichterauslauf erzeugt wird, das Hohlfaserbündel danach eine Umlenkung erfährt, gegebenenfalls durch mechanische Abzugsvorrichtungen weiter verstreckt wird, weitere Nachbehandlungsbäder durchläuft und danach durch eine Trocknungsstrecke geführt und aufgewickelt wird.

2. Verfahren zum multifilen Spinnen von Hohlfasern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Hohlfaserbündel dadurch einstellbar verstreckt wird, daß ein motorisch angetriebener Abzug über eine oder mehrere Abzugswalzen erfolgt.

3. Verfahren zum multifilen Spinnen von Hohlfasern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlfaserspinndüsen in der Vorrichtung kreisförmig angeordnet sind und ihre Anzahl drei bis fünfzig, vorrangig 15 bis 25 beträgt oder daß sie in Reihe und/oder parallel angeordnet sind und ihre Anzahl 2 bis 100, vorzugsweise 20 bis 50 beträgt.

4. Verfahren zum multifilen Spinnen von Hohlfasern nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen der Vorrichtung und dem Fällbad 0,5 mm bis 50 cm beträgt und das sich in dem Freiraum Luft oder ein in Bezug auf die Spinnlösung inertes Gas befindet.

5. Verfahren zum multifilen Spinnen von Hohlfasern nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der sich im Fällbad befindliche Spinntrichter in einem Abstand von 0,5—50 mm, vorzugsweise 20—30 mm vom oberen Niveau des Fällbades angeordnet ist, der Spinntrichter im Falle der kreisförmigen Anordnung der Düsen in der Vorrichtung als Konus mit einem Winkel zwischen 20° und 90°, vorzugsweise 30° ausgebildet ist, im unteren Teil des Fällbades die Absaugung des Fällfluids zur Erzeugung der Dehnströmung im Spinntrichter erfolgt und die Zufuhr des Fällfluids mit Hilfe einer pulsationsfreien Fördereinrichtung im oberen Teil des Fällbades erfolgt.

6. Verfahren zum multifilen Spinnen von Hohlfasern nach Anspruch 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß der sich im Fällbad befindliche Spinntrichter so gestaltet ist, daß er eine Strömung erzeugt, die abschnittsweise eine Dehnung und/oder Stauchung der Hohlfasern bewirkt.

7. Verfahren nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß den üblicherweise bei Cellulose-Cuoxamlösungen angewendeten Fällfluiden viskositätserrhöhende Additive, die vorzugsweise physiologisch unbedenklich in Bezug auf den Einsatz der Hohlfasern sind, wie z. B. wasserlösliche Hochpolymere mit hohen Molekulargewichten, vorzugsweise Polyacrylamide, Carboxymethylcellulose (CMC) und Polysachcharide zugegeben werden.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Lumenfüller Wasser und/oder Glycerin sowie viskositätserrhöhende, vorzugsweise physiologisch unbedenkliche Additive in Bezug auf den Einsatz der Hohlfasern für Hämodialyse, Hämofiltration und Hämodiafiltration verwendet werden, wobei auch die Tensidwirkung zur Verbesserung der Strömungsverhältnisse nach dem Austritt aus der Düse genutzt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Trocknungsstrecke eine Vorrichtung der Mikrowellentechnik und/oder Konvektionstrockner genutzt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Fällfluid im Kreislauf über eine Filter/Adsorber-Einrichtung gefahren wird, wobei die anfallenden Kupferionen kontinuierlich dem Fällfluid entzogen werden und die Zusammensetzung des Fällfluids konstant gehalten wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelfluid entweder in der Zu-

führungsleitung zwischen dem Dosieraggregat und der Vorrichtung zum multifilen Spinnen oder in der Vorrichtung zum multifilen Spinnen ver- und zerteilt oder gefiltert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelfluid nach dem Verlassen des Verteilerkanals das kapillarförmige Innenrohr für die Zuführung des Lumenfüllers innerhalb der Vorrichtung zum multifilen Spinnen tangential anströmt.

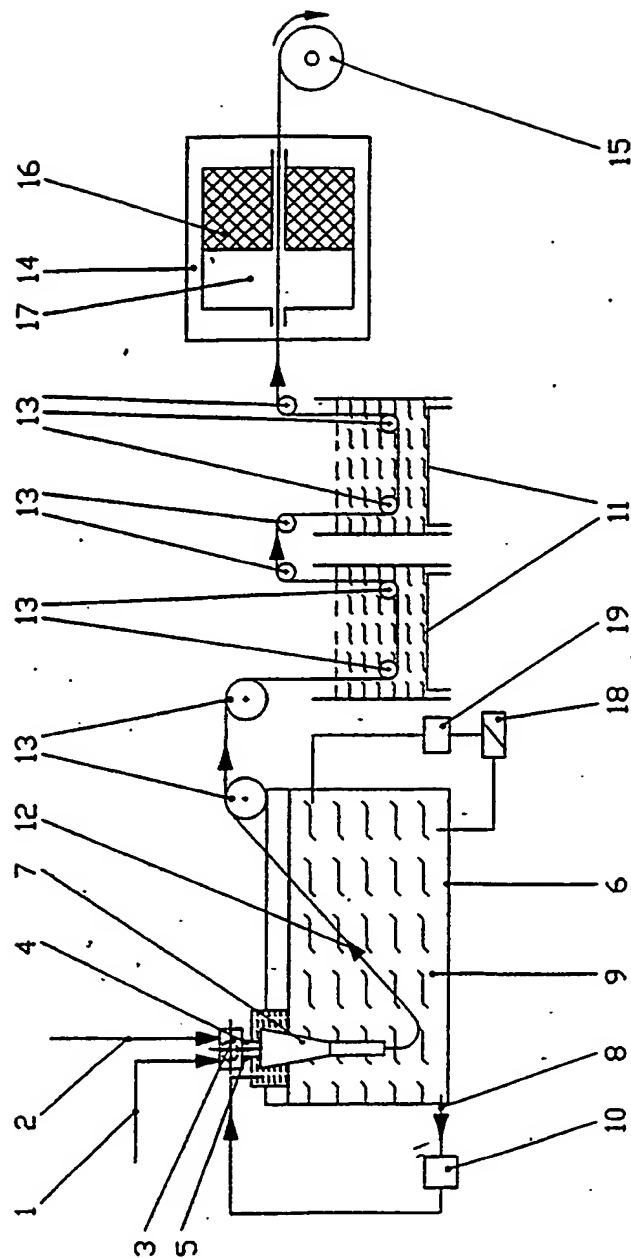
13. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–12, bestehend aus einem Rohrleitungssystem, das mit einem oder mehreren Vorratsgefäßen für Flüssigkeiten ausgestattet ist, die mit der multifilen Spinnvorrichtung verbunden sind, bestehend aus einem Spinnbad mit Spinntrichter, einer Umlenkvorrichtung für das Faserbündel, mechanischer(n) Abzugsvorrichtung(en) und mehreren Behältern mit Bad- und Waschfluiden, einer Trocknungsstrecke und einer Aufwicklung, dadurch gekennzeichnet, daß die multifile Spinnvorrichtung aus ringförmigen oder parallel angeordneten Spinn Düsen zur Erzeugung der Hohlfäden besteht, der Spinntrichter für ringförmig angeordnete Spinn Düsen als Konus in einem Behälter für das Fällbad ausgebildet ist, der Spinntrichter für in Reihe und/oder parallel angeordnete Spinn Düsen als konischer Breitschlitz in einem Behälter für das Fällbad ausgebildet ist, wobei die Oberkante des Spinntrichters unterhalb des Flüssigkeitsniveaus des Fällbades liegt, eine pulsationsfreie Fördereinrichtung mit Verbindungsleitungen aufweist, im Oberteil des Fällbades ein Einbauteil vor dem Spinntrichter liegt, in einem der Behälter und/oder zwischen den Behältern eine oder mehrere mechanische Abzugsvorrichtungen vorhanden sind und die Trocknungsstrecke aus einem durchgängigen Mikrowellenofen, gegebenenfalls kombiniert mit Konvektionstrockner(n) besteht.

14. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–12, dadurch gekennzeichnet, daß die multifile Düse im Winkel von 180° drehbar gelagert ist.

15. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–12, dadurch gekennzeichnet, daß das Fällbad mit einem Reinigungskreislauf, bestehend aus einer Filter/Adsorber-Einrichtung und einer Pumpe verbunden ist.

16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–12, dadurch gekennzeichnet, daß entweder in der Zuführungsleitung für das Mantelfluid zwischen dem Dosieraggregat und der Vorrichtung zum multifilen Spinnen oder in der Vorrichtung zum multifilen Spinnen ein oder mehrere Filter oder Siebeinrichtungen angeordnet sind.

17. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1–12, dadurch gekennzeichnet, daß der Verteilerkanal für das Mantelfluid das kapillarförmige Innenrohr für die Zuführung des Lumenfüllers innerhalb der Vorrichtung zum multifilen Spinnen tangiert.



Figur 1

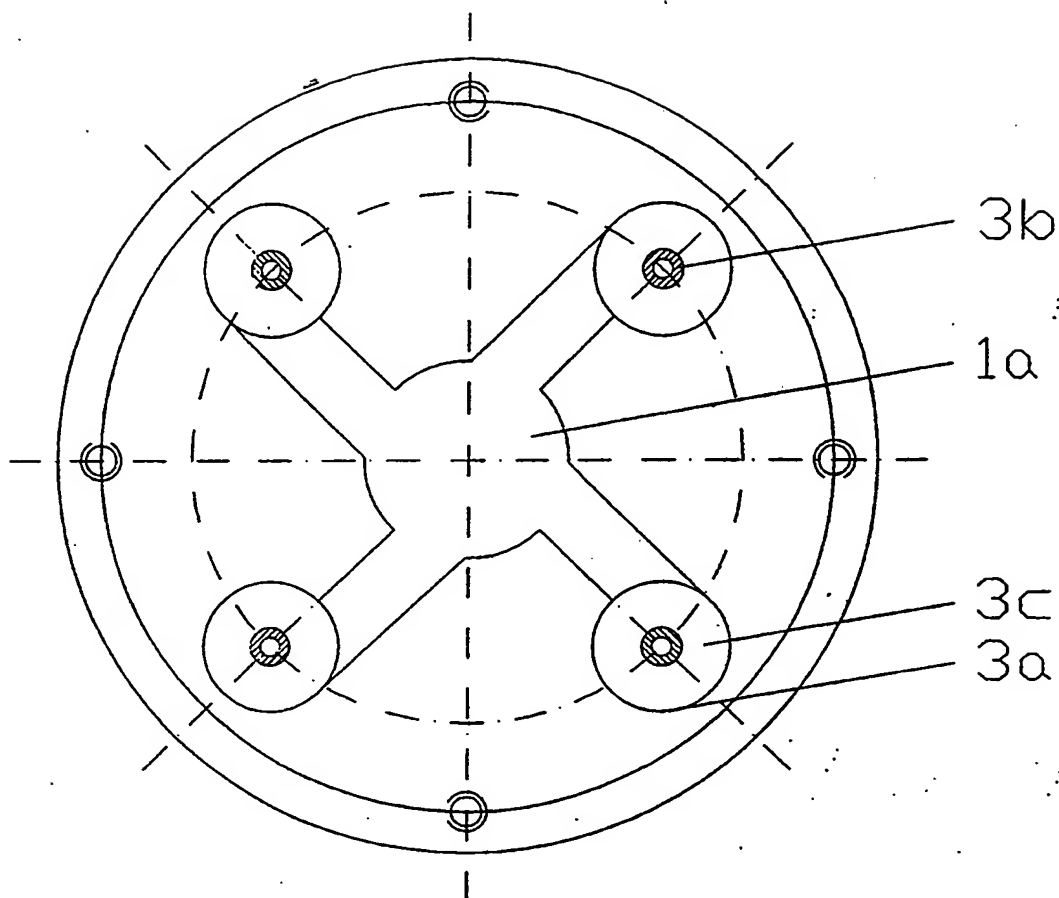
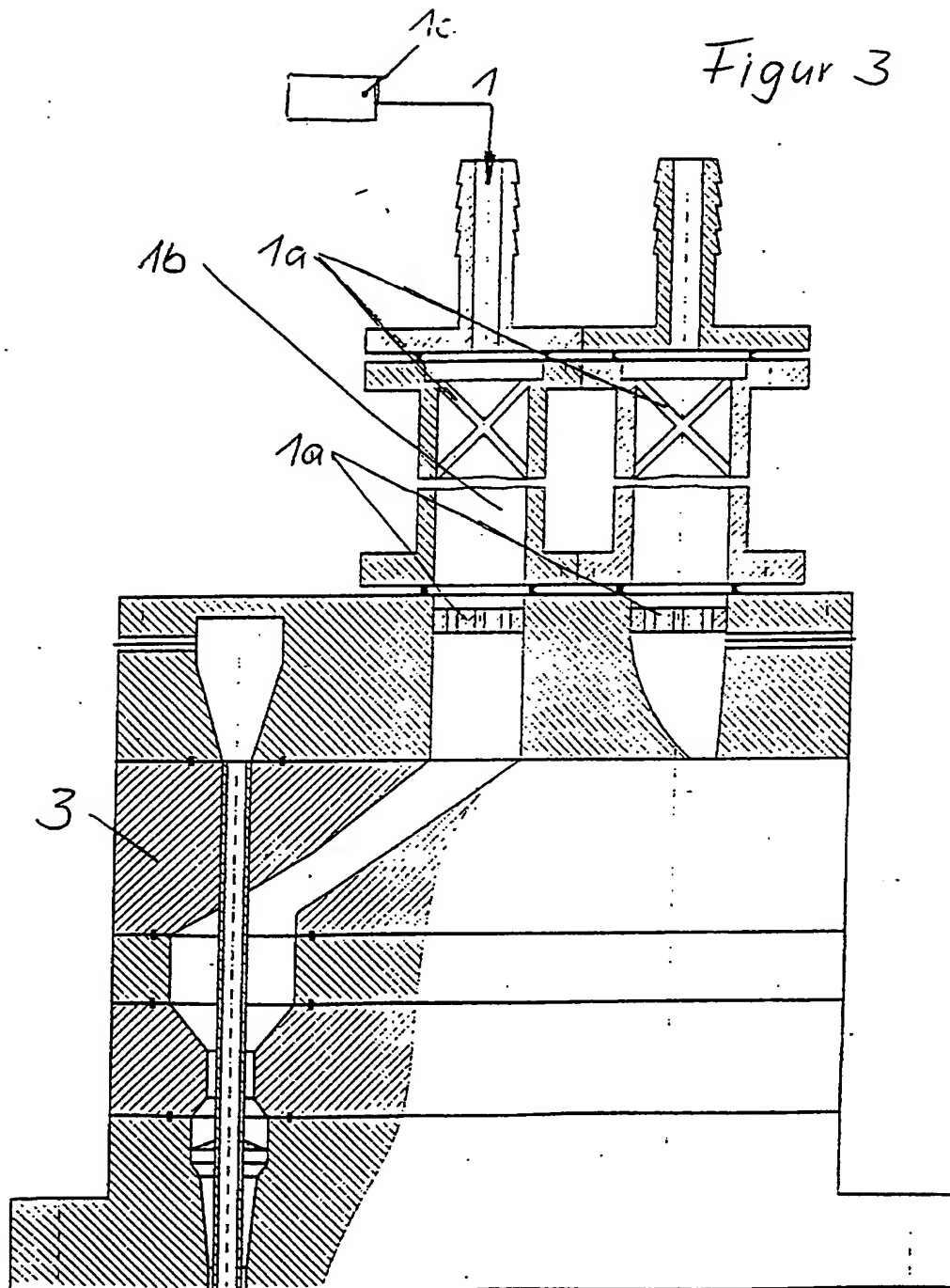


Fig. 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.